

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-208661

(43)Date of publication of application : 28.07.2000

(51)Int.Cl.

H01L 23/12

H05K 1/18

(21)Application number : 11-003990\*

(71)Applicant : NGK SPARK PLUG CO LTD

(22)Date of filing : 11.01.1999

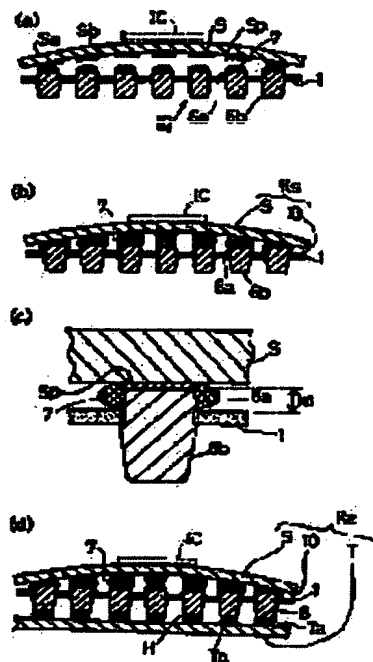
(72)Inventor : SAIKI HAJIME

## (54) JUNCTION SUBSTRATE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a high-reliability connection with no short or non-conduction, even if a junction substrate main body is warped or connected to a warped fitting substrate.

**SOLUTION:** A junction substrate 10 is inserted across a printed board T comprising a fitting pad Tp, at a position corresponding to an LGA type substrate S, comprising a fitting pad Tp for connection between the substrate S and the board T. The junction substrate 10 comprises a main body 1, a first surface side solder 7, and a soft metal body 6 which, inserted in a through-hole 2, comprises a high temperature solder comprising a first surface side protruding part 6a and a second surface side protruding part 6b. Here, a volume Vs1 of the solder 7 satisfies the relationship  $Vs1 < \pi/4 \cdot P^2 h1 + (\pi/2 - 4\pi)/8 \cdot Ph1^2 + (10 - 3\pi)/24 \cdot h1^3 - Vt1$  (where height and volume of the protruding part 6a are h1 and Vt1, and an interval between adjoining protruding bodies 6a is P). Even, for example, when the substrate S is warped, solders 7 are prevented from causing short nor deflecting in one direction to cause poor connection on the other.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-208661

(P2000-208661A)

(43) 公開日 平成12年7月28日 (2000.7.28)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 23/12

H 0 1 L 23/12

L 5 E 3 3 6

H 0 5 K 1/18

H 0 5 K 1/18

U

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平11-3990

(22) 出願日

平成11年1月11日 (1999.1.11)

(71) 出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

(72) 発明者 斉木 一

名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊  
陶業株式会社内

(74) 代理人 100104167

弁理士 奥田 誠 (外2名)

Fターム(参考) 5E336 AA04 AA09 AA14 BB02 BB16

BB18 BC01 BC15 BC34 CC32

CC36 DD02 DD12 DD16 DD18

DD19 DD24 DD32 DD35 DD37

EE03 GG06 GG11

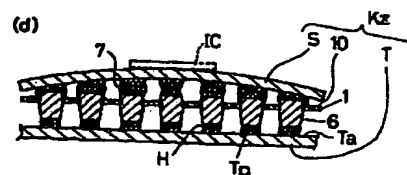
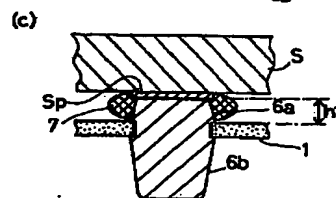
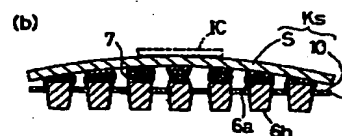
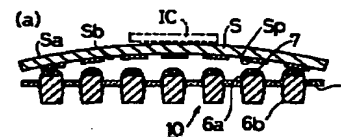
(54) 【発明の名称】 中継基板

(57) 【要約】

(修正有)

【課題】 中継基板本体自身に反りがあり、あるいは、反りのある取付基板と接続しても、ショートや不導通などを生じない信頼性の高い接続が可能な中継基板を提供する。

【解決手段】 中継基板10は、接続パッドSpを有するLGA型基板Sと対応する位置に取付パッドTpを有するプリント基板Tとの間に介在させ、基板Sと基板Tとを接続させるものである。中継基板10は、本体1と、貫通孔2に挿通され、第1面側突出部6aと第2面側突出部6bとを備える高温ハンダからなる軟質金属体6と、第1面側ハンダ7と、を備える。ここで、ハンダ7の体積Vs1は、突出部6aの高さおよび体積をh1およびVt1、隣接する突出部6a同士の間隔をPとしたとき、 $Vs1 < \pi/4 \cdot P^2 h1 + (\pi^2 - 4\pi)/8 \cdot P h1^2 + (10 - 3\pi)/24 \cdot h1^3 - Vt1$  の関係を満たす。例えば基板Sが反っていた場合でも、ハンダ7同士がショートしたり、一方に偏って他方で接続不良となることが防止される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 面接続パッドを有する電子部品搭載基板と該面接続パッドと対応する位置に面接続取付パッドを有する取付基板との間に介在させ、第 1 面側で該面接続パッドと接続させ、第 2 面側で該面接続取付パッドと接続させることにより上記電子部品搭載基板と上記取付基板とを接続させるための中継基板であって、

上記第 1 面及び第 2 面を有する中継基板本体と、

上記中継基板本体の上記第 1 面から突出する第 1 面側突出体と、

上記中継基板本体の上記第 2 面から突出する第 2 面側突出体と、

上記第 1 面側において上記第 1 面側突出体に溶着しており、上記面接続パッドと溶着することにより面接続パッドと第 1 面側突出体とを接続するための第 1 面側ハンダと、を備え、

上記第 1 面側ハンダの体積  $V_{s1}$  は、上記第 1 面側突出体の高さおよび体積を  $h_1$  および  $V_{t1}$ 、隣接する第 1 面側突出体同士の間隔を  $P$  としたとき、

$$V_{s1} < \pi/4 \cdot P^2 h_1 + (\pi^2 - 4\pi)/8 \cdot P h_1^2 + (10 - 3\pi)/24 \cdot h_1^3 - V_{t1} \quad 20$$

の関係を満たすことを特徴とする中継基板。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の中継基板であって、

前記中継基板本体には貫通孔を有し、

前記第 1 面側突出体及び第 2 面側突出体は、それぞれ上記貫通孔に挿通された軟質金属体の上記第 1 面から突出する第 1 面側突出部と上記第 2 面から突出する第 2 面側突出部であることを特徴とする中継基板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、BGA 型集積回路パッケージ等の面接続端子を有する電子部品搭載基板と、この面接続端子に対応する位置に同様に面接続端子を備え、この電子部品搭載基板を取付けるためのマザーボード等の取付基板との間に介在させる中継基板に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年の集積回路 (IC) 技術の進展により、IC チップに設けられる入出力端子の数が増大し、それに伴い、IC チップを搭載する IC 搭載基板に形成される入出力端子も増大している。これに対応すべく、PGA (ピングリッドアレイ) 型基板、さらには、パッドのみ格子状に設けた LGA (ランドグリッドアレイ) 型基板や、パッド上にボール状の端子部材 (接続端子) を備えた BGA (ボールグリッドアレイ) 型基板が製造されている。

【0003】 ところで、IC 搭載基板、プリント基板の平面上に線状や格子状 (千鳥状も含む) にパッドやパンプなどの端子を形成し、IC 搭載基板とプリント基板を接続する場合 (このような接続を面接続ともいう) に

は、IC 搭載基板とプリント基板の材質の違いにより熱膨張係数が異なるので、平面方向に熱膨張差が発生する。即ち、端子部材から見ると、接続している IC 搭載基板およびプリント基板が平面方向についてそれぞれ逆方向に寸法変化しようとするので、端子部材やパッドにはせん断応力が働くこととなる。

【0004】 このせん断応力は、面接続される端子のうち、最も離れた 2 つの端子間で最大となる。即ち、例えば端子が格子状にかつ最外周の端子が正方形をなすように形成されている場合、それぞれこの正方形の最外周の対角上に位置する 2 つの端子間で最も大きな熱膨張差が発生し、最も大きなせん断応力が掛かることとなる。特に、LGA 型や BGA 型などの IC 搭載基板をプリント基板と接続する場合には、端子間の間隔 (ピッチ) が比較的大きく、従って、最も離れた端子間の距離が大きくなりやすい。特に、LGA 型や BGA 型基板にセラミック製基板を用いた場合、一般にガラスエポキシ製のプリント基板とは、熱膨張係数が大きく異なるので、発生するせん断応力が大きくなる。

【0005】 これに対し、例えば、特開平 10-129900 号には、IC 搭載基板とプリント基板との間に中継基板を介在させてハンダ付けにより接続し、中継基板本体の貫通孔に貫挿させた軟質金属体の変形により応力を吸収する中継基板が開示されている。この特開平 10-129900 号では、軟質金属体は、中継基板本体の表面または裏面から IC 搭載基板側にもプリント基板側にも突出するものの他、IC 搭載基板側には突出しない形状のものも示されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような軟質金属体が IC 搭載基板側に突出しないあるいは突出高さが小さい中継基板を介在させた場合、中継基板本体あるいは、IC 搭載基板やプリント基板の持つ反りによって、以下のような問題を生じることが判ってきた。即ち、例えば、図 8 (a) に示すように、平坦な中継基板本体  $I_n$  と、これを貫通して図中下面側に突出する突出部  $I_{t2}$  を備え、軟質金属 (例えば高温ハンダ (90Pb-10Sn)) からなる軟質金属体  $I_s$  と、軟質金属より低融点のハンダ (例えば、37Pb-73Sn) からなり、図中上面側に盛り上がり形成されたハンダ層  $I_d$  とを備える中継基板  $I$  について考える。ここで、この中継基板  $I$  を用いて、IC 搭載基板  $S$  の接続パッド  $S_p$  との接続を行う場合に、IC 搭載基板  $S$  が反っていた (図では上に凸の状態) とする。この場合には、この IC 搭載基板  $S$  と中継基板  $I$  とを重ねて、ハンダ層  $I_d$  を溶融させると、図 8 (b) に示すように、接続後も反りの影響で中継基板  $I$  (中継基板本体  $I_n$ ) と IC 搭載基板  $S$  との間隔が、場所によって異なり、本例では、中央部分に比べ周縁部 (図中左右部分) で、極端に間隔の狭い部分がで

【0007】このような場合、図8(c)の部分拡大図に示すように、中継基板本体1nとIC搭載基板Sとの間で、ハンダ1dが押しつぶされ、両者間で略円盤状に広がる。そして、極端な場合には、隣接する端子のハンダと接触しショートし、さらには、接触して一体化したハンダが吸い取られるようにして一方に偏ることにより、他方のハンダが少なくなった側で接続不良（不導通）が生じることがある。このような不具合は、IC搭載基板Sが下に凸状に反っている場合には、中央部分で生じることになる。また、IC搭載基板Sに反りがある場合だけでなく、中継基板、さらには、図示しなかったが、IC搭載基板とは逆側に接続するプリント基板に反りがあるでも同様に生じる。本発明は、かかる問題点を鑑みてなされたものであって、中継基板本体自身に反りがあり、あるいは、反りのある電子部品搭載基板や取付基板と接続しても、ショートや不導通などの不具合を生じない信頼性の高い接続が可能な中継基板を提供することを目的とする。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段、作用及び効果】そして、その解決手段は、面接続パッドを有する電子部品搭載基板と該面接続パッドと対応する位置に面接続取付パッドを有する取付基板との間に介在させ、第1面側で該面接続パッドと接続させ、第2面側で該面接続取付パッドと接続させることにより上記電子部品搭載基板と上記取付基板とを接続させるための中継基板であって、上記第1面及び第2面を有する中継基板本体と、上記中継基板本体の上記第1面から突出する第1面側突出体と、上記中継基板本体の上記第2面から突出する第2面側突出体と、上記第1面側において上記第1面側突出体に溶着しており、上記面接続パッドと溶着することにより面接続パッドと第1面側突出体とを接続するための第1面側ハンダと、を備え、上記第1面側ハンダの体積 $V_{s1}$ は、上記第1面側突出体の高さおよび体積を $h_1$ および $V_{t1}$ 、隣接する第1面側突出体同士の間隔を $P$ としたとき、 $V_{s1} < \pi/4 \cdot P^2 h_1 + (\pi^2 - 4\pi)/8 \cdot P h_1^2 + (10 - 3\pi)/24 \cdot h_1^3 - V_{t1}$ の関係を満たすことを特徴とする中継基板である。

【0009】この発明によれば、中継基板本体の第1面には、この面から突出する第1面側突出体を備えているので、電子部品搭載基板または中継基板本体の反りにより、電子部品搭載基板と中継基板本体との間隔が場所によって異なり、両者の間隔が極端に小さくなる場合があったとしても、少なくとも第1面側突出体の高さ $h_1$ に相当する間隔は確保できる。ここで、第1面側ハンダの体積 $V_{s1}$ は、 $V_{s1} < \pi/4 \cdot P^2 h_1 + (\pi^2 - 4\pi)/8 \cdot P h_1^2 + (10 - 3\pi)/24 \cdot h_1^3 - V_{t1}$ の式を満たす。即ち、電子部品搭載基板等の反りによって高さ $h_1$ まで第1面側ハンダが押しつぶされた場合でも、上記の関係を満たす場合には、隣接するパッドのハンダ（第1面側ハン

ダ）と接触することがないので、互いにショートすることが無い。従って、隣接するパッドに形成された第1面側ハンダの同士が繋がって、一方に吸い取られるようにハンダが偏り、接続不良を生じることもない。

【0010】電子部品搭載基板としては、ICチップやその他の電子部品などが実装されるIC搭載基板等の配線基板が挙げられる。また、面接続パッドとは、取付基板との電氣的接続のために電子部品搭載基板上に設けられる端子であって、面接続によって接続を行うためのパッドを指す。なお、面接続とは、チップや基板、マザーボードの平面上に線状や格子状（千鳥状も含む）にパッドやバンプなどの端子を形成し、これらを相互に接続する場合の接続方法を指し、線状の配置の例としては、例えば四角形の枠状配置が挙げられる。また、面接続パッドを有する電子部品搭載基板の例としては、パッド（ランド）を格子状に配列したLGA型基板が挙げられるが、必ずしもパッドが格子状に配列されていなくとも良い。

【0011】一方、取付基板は、上記電子部品搭載基板を取付けるための基板であって、マザーボード等のプリント基板が挙げられる。この取付基板には、面接続によって電子部品搭載基板を取付けるための面接続取付パッドが形成されている。この面接続取付パッドとは、電子部品搭載基板との電氣的接続のために取付基板上に設けられる端子であって、面接続によって接続を行うためのパッドを指す。面接続取付パッドを有する取付基板の例としては、パッドを格子状に配列したプリント基板が挙げられるが、必ずしもパッドが格子状に配列されていなくとも良いし、複数の電子部品搭載基板を取付けるためにそれぞれの電子部品搭載基板に対応する面接続取付パッド群を複数有していても良い。なお、本発明の中継基板は、電子部品搭載基板と取付基板の間に介在して、それぞれと接続するものであるため、便宜的に電子部品搭載基板と接続する側を第1面側、取付基板と接続する側を第2面側として両者を区別する。

【0012】中継基板本体の材質は、電子部品搭載基板や取付基板の材質を考慮して適宜選択すればよいが、例えば、アルミナ、窒化アルミニウム、ムライト等のセラミックや、ガラスエポキシ樹脂複合材料、ガラス-BT樹脂複合材料、ポリエステルエポキシ樹脂複合材料等の無機あるいは有機繊維と樹脂との複合材料などが挙げられる。

【0013】また、軟質金属体とは、熱膨張係数の違いなどによって、電子部品搭載基板と取付基板間、あるいは、電子部品搭載基板と中継基板本体間や中継基板本体と取付基板間で発生する応力を変形によって吸収する柔らかい金属からなるものである。具体的な材質としては、鉛（Pb）やスズ（Sn）、亜鉛（Zn）やこれらを主体とする合金などが挙げられ、Pb-Sn系高温ハンダ（例えば、pb90%-Sn10%合金、Pb95

%-Sn5%合金等)やホワイトメタルなどが挙げられる。なお、鉛、ズス等は再結晶温度が常温にあるので、塑性変形をしても再結晶する。したがって、繰り返し応力がかかっても容易に破断(破壊)に至らないので都合がよい。その他、純度の高い銅(Cu)や銀(Ag)も柔らかいので用いることができる。

【0014】さらに、上記中継基板であって、前記中継基板本体には貫通孔を有し、前記第1面側突出体及び第2面側突出体は、それぞれ上記貫通孔に挿通された軟質金属体の上記第1面から突出する第1面側突出部と上記第2面から突出する第2面側突出部であることを特徴とする中継基板とすると良い。

【0015】この中継基板と電子部品搭載基板や取付基板との熱膨張率の違いによって生じる応力が、第1面側突出部(体)や第2面側突出部(体)にかかったとしても、軟質金属からなる突出部の変形によって応力を吸収できる。しかも、貫通孔内を軟質金属層が挿通しているので、電子部品搭載基板と取付基板との間を低抵抗で接続することができる。

【0016】また同様に、中継基板と取付基板との関係について考えても同様であるから、面接続パッドを有する電子部品搭載基板と該面接続パッドと対応する位置に面接続取付パッドを有する取付基板との間に介在させ、第1面側で該面接続パッドと接続させ、第2面側で該面接続取付パッドと接続させることにより上記電子部品搭載基板と上記取付基板とを接続させるための中継基板であって、上記第1面及び第2面を有する中継基板本体と、上記中継基板本体の上記第1面から突出する第1面側突出体と、上記中継基板本体の上記第2面から突出する第2面側突出体と、上記第2面側において上記第2面側突出体に溶着しており、上記面接続取付パッドと溶着することにより面接続取付パッドと第2面側突出体とを接続するための第2面側ハンダと、を備え、上記第2面側ハンダの体積 $V_s2$ は、上記第2面側突出体の高さおよび体積を $h_2$ および $V_t2$ 、隣接する第2面側突出体同士の間隔を $P$ としたとき、 $V_s2 < \pi/4 \cdot P^2 h_2 + (\pi^2 - 4\pi)/8 \cdot P h_2^2 + (10 - 3\pi)/24 \cdot h_2^3 - V_t2$ の関係を満たすことを特徴とする中継基板とすると良い。

【0017】この発明によれば、中継基板本体の第2面には、この面から突出する第2面側突出体を備えているので、取付基板または中継基板本体の反りにより、取付基板と中継基板本体との間隔が場所によって異なり、両者の間隔が極端に小さくなる場合があったとしても、少なくとも第2面側突出部の高さ $h_2$ に相当する間隔は確保できる。ここで、第2面側ハンダの体積 $V_s2$ は、 $V_s2 < \pi/4 \cdot P^2 h_2 + (\pi^2 - 4\pi)/8 \cdot P h_2^2 + (10 - 3\pi)/24 \cdot h_2^3 - V_t2$ の式を満たす。即ち、取付基板等の反りによって高さ $h_2$ まで第2面側ハンダが押しつぶされた場合でも、上記の関係を満たす場合には、隣接するパッドのハンダ(第2面側ハンダ)と接触することがないの

で、互いにショートすることが無い。従って、隣接するパッドに形成された第2面側ハンダの同士が繋がって、一方に吸い取られるようにハンダが偏り、他方が接続不良となることもない。

【0018】さらに、この中継基板であって、前記中継基板本体には貫通孔を有し、前記第1面側突出体及び第2面側突出体は、それぞれ上記貫通孔に挿通された軟質金属体の上記第1面から突出する第1面側突出部と上記第2面から突出する第2面側突出部であることを特徴とする中継基板の好ましい。中継基板と電子部品搭載基板や取付基板との熱膨張率の違いによって生じる応力が、第1面側突出部(体)や第2面側突出部(体)にかかったとしても、軟質金属体からなる突出部の変形によって応力を吸収できる。しかも、貫通孔内を軟質金属体が挿通しているので、電子部品搭載基板と取付基板との間を低抵抗で接続することができるからである。

#### 【0019】

【発明の実施の形態】(実施形態1)本発明にかかる実施の形態を図面と共に説明する。図1は本実施形態にかかる中継基板10の部分拡大断面図であり、図2はこの中継基板10を電子部品搭載基板及び取付基板と接続する様子を示す説明図である。中継基板10は、厚さ0.3mm、一辺25mmの略正方形の平板形状の中継基板本体1を有する。この中継基板本体1は、アルミナを主成分(90%)とするアルミナセラミックからなる。中継基板本体1には、その上下面である第1面1aと第2面1bとの間を貫通する複数の貫通孔2(直径0.8mm)を有する。この貫通孔2は、ピッチ $P=1.27$ mmの間隔で格子状に縦横各19ヶ(合計361ヶ)穿孔されており、中継基板本体1のほぼ全面に配置されている。中継基板本体1の貫通穴2には、タングステン金属層およびその上に形成された無電解Ni-Bメッキ層からなる金属層4が形成され、この金属層4に軟質金属体6が溶着している。

【0020】この軟質金属体6は、高温ハンダ(Pb90%-Sn10%)からなり、貫通孔2内に挿通して配置され、第1面1aを越えて図中上方に突出する第1面側突出部6aおよび第2面1bを越えて図中下方に突出した第2面側突出部6bを備え、その先端面(図中上端面および下端面)6at、6btは、いずれも中継基板本体1(第1面1a及び第2面1b)と略平行な平坦にされている。さらに、第1面側突出部6aの先端面6atには、共晶ハンダ(Pb37%-Sn63%)からなる第1面側ハンダ7が略半球状に盛り上がって溶着している。

【0021】なお、第1面1aから測った第1面側突出部6aの高さ(第1突出高さ) $h_1$ (図1参照)は0.35mmとされ、同じく第2面1bから測った第2面側突出部6bの高さ(第2突出高さ) $h_2$ (図1参照)は0.58mmとされている。また、第1面1aから測っ

た第1面側ハンダ7の頂部までの高さ $Z_s$ は0.5mmとされている。軟質金属体6のうち第1面側突出部6aの体積 $V_{t1}$ は、上底の直径0.8mm、下底の直径0.9mmで高さ $h_1=0.35$ mmの円錐台の体積となるので、 $V_{t1}=0.199\text{mm}^3$ である。また、第2面側突出部6bの体積 $V_{t2}$ は、上底の直径0.8mm、下底の直径0.9mmで高さ $h_1=0.58$ mmの円錐台の体積となるので、 $V_{t2}=0.330\text{mm}^3$ である。

【0022】この中継基板10は、例えば以下のようにして電子部品搭載基板および取付基板と接続する。まず、中継基板10と接続する電子部品搭載基板として、厚さ1.0mm、一辺25mmの略正方形のLGA型基板Sを用意した(図2(a)参照)。このLGA型基板Sは、中継基板本体11と同様のアルミナセラミックからなり、図中上面Saに破線で示すように集積回路チップICをフリップチップ接続により載置するためのフリップチップパッド(図示しない)を備え、図中下面Sbに外部接続端子として接続パッドSpを備えている。この接続パッドSpは、直径0.86mmで、中継基板10の軟質金属体6の位置に適合するように、ピッチ1.27mmの格子状に縦横各19ヶ配列され、下地のモリブデン層上に無電解Ni-Bメッキが施され、さらに酸化防止のために薄く無電解金メッキが施されている。また、図示しない内部配線によって、フリップチップパッドと接続パッドSpとがそれぞれ接続している。

【0023】また、取付基板として、プリント基板Tを用意した(図2(d)参照)。このプリント基板Tは、厚さ1.6mm、一辺30mmの略正方形板状で、ガラスエポキシ樹脂複合材料(JIS:FR-4)からなり、主面Taには、LGA型基板Sの接続パッドSpと、したがって、中継基板10の軟質金属体6とも対応する位置に、取付パッドTpが形成されている。この取付パッドTpは、厚さ25 $\mu\text{m}$ の銅からなり、直径0.72mmで、ピッチ1.27mmで格子状に縦横各19ヶ、計361ヶ形成されている。なお、取付パッドTpの表面には、耐食性を向上させるために、ニッケルメッキ及び金メッキが施されることもある。

【0024】以下に説明するように、上記したLGA型基板Sとプリント基板Tとの間に中継基板10介在させて三者を接続するのであるが、LGA型基板Sが、図2(a)に示すように上に凸状に反っていた場合について説明する。まず、中継基板10とLGA型基板Sとを重ねる(図2(a)参照)。さらに、最高温度220℃のリフロー炉を通過させ、共晶ハンダからなる第1面側ハンダ7を熔融させると、軟質金属体6の第1面側突出部6aと接続パッドSpとがこの第1面側ハンダ7を介して接続してされ、接続体Ksができる(図2(b)参照)。ここで、LGA型基板Sが反っているので、LGA型基板Sと中継基板本体1との間隔は、一定ではな

く、中央付近に比して周縁部(図中左右端付近)で、両者の間隔が狭くなっている。この点では、上記した従来技術(図8(b)参照)と同様である。このため、周縁部では、第1面側ハンダ7がパッドSpと第1面側突出部6aとの間に押しつぶされて、図中横方向にはみ出すことになる。

【0025】但し、本実施形態では、第1面1a側に高さ $h_1$ の第1面側突出部6aが突出しているため、中継基板本体1とLGA型基板Sとの間隔は、少なくとも $h_1$ 以上に保たれる(図2(c)参照)。なお、厳密にはさらにパッドSpの高さも加える必要があるが、パッドSpの高さは、例えば10 $\mu\text{m}$ などの小さな値であるので無視することにする。ここで、中継基板本体1とLGA型基板Sとの間隔が、最低の値、即ち、第1面側突出部6aの高さ $h_1$ とほぼ等しくなった場合を考える。この場合、第1面側ハンダ7および第1面側突出部6aを合わせたものは、図3に示すように、中継基板本体1(第1面1a)やLGA型基板Sと当接する面(図中上下)では平坦になり、その間では表面張力によって外周面が概略断面半円状(半径 $r=h_1/2$ )の円盤状になる。

【0026】この円盤の体積Vは、 $V=\pi/4 \cdot D^2 h_1 + (\pi^2 - 4\pi)/8 \cdot D h_1^2 + (10 - 3\pi)/24 \cdot h_1^3$ で求められる。またこの円盤の体積Vは、第1面側突出部6aの体積 $V_{t1}$ と第1面側ハンダ7の体積 $V_{s1}$ の和( $V=V_{t1}+V_{s1}$ )となるが、この円盤の図中左右方向の直径Dが、最大でも隣接する貫通孔2との間隔Pより小さくしなければならない( $D < P$ )。これより大きくなった場合( $D \geq P$ の場合)には、隣接する第1面側突出部6aに溶着した第1面側ハンダ7同士が、接触して電氣的にショートするからである。従って、 $D=P$ とした場合の円盤の体積Vより $V_{t1}+V_{s1}$ が小さければよいことになる。つまり、円盤の体積Vを、 $V=\pi/4 \cdot P^2 h_1 + (\pi^2 - 4\pi)/8 \cdot P h_1^2 + (10 - 3\pi)/24 \cdot h_1^3 > V_{t1} + V_{s1}$ とすればよい。ここで、第1面側突出部6bの体積 $V_{t1}$ は、予め決められているので、第1面側ハンダ7の体積 $V_{s1}$ で、調節することになる。そこで、本実施形態では、第1面側ハンダ7の体積 $V_{s1}$ をそれぞれ、 $\pi/4 \cdot P^2 h_1 + (\pi^2 - 4\pi)/8 \cdot P h_1^2 + (10 - 3\pi)/24 \cdot h_1^3 - V_{t1} = 0.193\text{mm}^3$ より小さくした( $P=1.27$ 、 $h_1=0.35$ 、 $V_{t1}=0.199$ )。具体的には、 $V_{s1}=0.113\text{mm}^3 < 0.193\text{mm}^3$ としている。

【0027】これにより、LGA型基板Sが反っているために中継基板本体1とLGA型基板Sとの間隔が極端に小さくなった場合でも、はみ出した第1面側ハンダ7が、互いに接触してショートし、あるいは、さらに第1面側ハンダ7が一方に偏って他方が導通不良となることはなくなるから、信頼性の高い接続が可能となる。

【0028】その後、プリント基板T上に接続体Ksを

重ね、予め取付パッドTp上に塗布した共晶ハンダペーストを介して、第2面側突出部6bの先端面6btを取付パッドTpとそれぞれ位置を合わせるようにして突き当て、これらを最高温度220℃のリフロー炉を通過させて加熱する。これにより、取付パッドTp上の共晶ハンダペーストを溶融させてハンダ層Hとし、図2(d)示すように、LGA型基板S—中継基板10—プリント基板Tの三者を接続した構造体Kzを形成した。なお、本例では、ハンダ層7とハンダ層Hに同じ共晶ハンダを用いた例を示したが、例えば、ハンダ層7に、ハンダ層Hよりも融点の高いハンダを用いることにより、ハンダ層Hを形成するときに、ハンダ層7が溶融しないようにしてもよい。

【0029】ここで、本例における構造体Kzにおいては、LGA型基板Sと中継基板本体1との間ではほとんど応力は生じない。これは、LGA型基板Sと中継基板本体1とは略同じ材質（アルミナセラミック）であり、熱膨張差が生じないからである。一方、中継基板本体1とプリント基板Tの間では応力が発生する。中継基板本体1とプリント基板Tとは材質が異なり、熱膨張率が異なるからである。従って、この構造体Kzを加熱または冷却した場合には、中継基板本体1とプリント基板Tの熱膨張率の違いにより、両者間にせん断方向（第1面1bに沿う方向）の変形が生じ、最大応力は、軟質金属体6のうち、第2面側突出部6bの根元部（第2面1bと軟質金属体6との交差部付近）、およびプリント基板40近傍のハンダ層Hに発生する。しかし、軟質金属体6

（第2面側突出部6b）は、容易に塑性変形するから、第2面側突出部6bにおいて変形して応力を緩和し、中継基板本体1とプリント基板Tの間に発生した応力を小さくして、破壊しにくい信頼性のある接続とすることができる。

【0030】なお、上述の例では、中継基板10を、いったんLGA型基板Sに取付けて電子部品搭載基板と中継基板との接続体（中継基板付基板）Ksとした後に、さらにプリント基板Tに接続した例を示したが、一挙に製作する方法を採ることもできる。即ち、プリント基板Tと中継基板10とLGA型基板Sとをこの順に重ね、リフローして、LGA型基板Sと中継基板10、および中継基板10とプリント基板Tとを一挙に接続（ハンダ付け）しても良い。また、中継基板10とプリント基板Tとを先に接続しておいても良い。

【0031】ついで、この中継基板10の製造方法について説明する。まず、アルミナセラミック製で、貫通孔2の内周面及び第1面1a及び第2面1bのうち貫通孔2周縁に、タングステンメタライズ層およびNi-Bメッキ層（個別に図示しない）からなる金属層4を形成した中継基板本体1を用意する（図4参照）。この中継基板本体1は、例えば、周知の手法によって形成したセラミックグリーンシートに、パンチングによって貫通孔を

形成し、この貫通孔の内周面および貫通孔の周縁にタングステンペーストを塗布し、焼成した後、Ni-B無電解メッキを施すことで得られる。なお、金属層4（Ni-Bメッキ層）の酸化防止のため、Ni-Bメッキ層上に厚さ0.1μm程度の無電解金メッキ層（図示しない）を形成すると良い。

【0032】次いで、貫通孔2内に軟質金属体6を挿通、成形する。本実施形態では、溶融軟質金属保持治具Mおよび押さえ治具Nを用いて軟質金属体6を形成する。図4に示すように、耐熱性があり溶融した高温ハンダに濡れない材質であるカーボンからなる軟質金属保持治具Mの上面M2には、貫通孔2にそれぞれ対応した位置に、開口径0.9mm、底部径0.8mm、深さ0.58mmの円錐台形状の凹部M1が形成されている。また、同じくカーボンからなる押さえ治具Nの下面N2にも、貫通孔2にそれぞれ対応した位置に、開口径0.9mm、底部径0.8mm、深さ0.35mmの円錐台形状の凹部N1が形成されている。

【0033】まず、この軟質金属保持治具Mの各凹部M1に直径0.88mmの高温ハンダ（Pb90%—Sn10%ハンダ）のボールSB1を投入しておく。その後、ボールSB1の図中上方に、第2面1bが下になるようにして中継基板本体1を載置する。このとき、貫通孔2にボールSB1がはまるように位置決めをする。さらに、貫通孔2内に、それぞれ直径0.8mmの高温ハンダ（Pb90%—Sn10%ハンダ）のボールSB2を投入する。その後、ボールSB2上に凹部N1を被せるようにして押さえ治具Nを載せて、下方に圧縮する。

【0034】次いで、窒素雰囲気下で、最高温度360℃、最高温度保持時間1分のリフロー炉にこれらを投入し、高温ハンダのボールSB1、SB2を溶融させる。すると、溶融した高温ハンダSB1及びSB2は、流動して軟質金属保持治具Mおよび押さえ治具Nの各凹部M1、N1の形状（円錐台形状）に応じた形状にされると共に、中継基板本体1の貫通孔2内に挿通され、金属層4と溶着する。その後冷却すると、円錐台形状の第1面側突出部6aおよび第2面側突出部6bをそれぞれ備える軟質金属体6が成形できる。なお、凹部M1およびN1の各底面M1b、N1bの深さを一定に揃えるように精度良く軟質金属保持治具Mや押さえ治具Nを形成しておく、各突出部の先端面6at、6btのコプラナリティを良好にできるので、LGA型基板Sおよびプリント基板Tとの接続時に接続性を向上させることができる。

【0035】ついで、図5に示すように、第1面側突出部6aの先端面6atに、直径0.6mm（体積0.113mm<sup>3</sup>）の共晶ハンダ（37%Pb—63%Sn）からなる共晶ハンダボールSB3を載置する。なお、この共晶ハンダボールSB3を載置するには、ボール規制板Rをその透孔RHが先端面6atの上方に位置するよ



うにセットし、この規制板R上に共晶ハンダボールSB3を散播して揺動し、透孔RHに共晶ハンダボールSB3を落とし込む方法によると容易に載置できる。本例においては、規制板Rの厚みは0.5mm、透孔RHの直径は0.9mmである。

【0036】しかる後、窒素雰囲気下で、最高温度220℃、最高温度保持時間1分のリフロー炉にこれらを投入し、共晶ハンダボールSB3を溶融させる。なお、この温度条件では軟質金属体6は溶融しない。溶融した共晶ハンダは、第1面側突出部6aの先端面6atにドーム状に濡れて拡がり、第1面側ハンダ7となって、中継基板10が完成する(図1参照)。本実施形態では、共晶半田ボールSB3を溶融して第1面側ハンダ7とした。共晶ハンダボールSB3はその半径、従って、その体積が一定に規制されているので、この第1面側ハンダ7の体積 $V_{s1}$ も一定となり、その高さも均一にすることができる。具体的には、 $V_{s1}=0.113\text{mm}^3$ である。

【0037】(実施形態2) 上記実施形態では、第1面、第2面側突出部6a、6bとも、略円錐台形状としたが、円柱状や角柱状、ドーム状その他の形状であっても良い。例えば、図6(a)に示す中継基板30においては、上記実施形態1と同様な中継基板本体1に、高さ $h_{21}$ のドーム状(半球面状)に盛り上がった第1面側突出部26aが形成され、一方、第2面側突出部26bは円柱状で先端(図中下端)が半球状にされている。このような中継基板30においても、第1面側突出部26aが高さ $h_{21}$ を有するため、LGA型基板Sが反っているなどしてLGA型基板Sと中継基板本体1との間隔が小さくなった場合でも、両者の間隔は少なくとも高さ $h_{21}$ より大きくなる。従って、第1面側突出部26aに溶着した第1面側ハンダ27の体積 $V_{s21}$ は、第1面側突出部26aの体積を $V_{t21}$ 、第1面側突出部26a同士の間隔をPとしたとき、 $V_{s21} < \pi/4 \cdot P^2 h_{21} + (\pi^2 - 4\pi)/8 \cdot P h_{21}^2 + (10 - 3\pi)/24 \cdot h_{21}^3 - V_{t21}$ とすれば、隣接する第1面側ハンダ27同士が接触してショートすることが無い。このため、実施形態1の場合と同様に、この中継基板30を用いれば、信頼性の高い接続が可能となる。

【0038】(実施形態3) さらに、上記2つの実施形態では、貫通孔2に軟質金属体6、26を挿通した中継基板10、20を示したが、容易に理解できるように、軟質金属体を貫通孔に挿通した中継基板でなくとも第1面側ハンダ同士のショート等を防止できる。従って、例えば、図6(b)に示す中継基板30のようにしてもよい。即ち、第1面31aおよび第2面31bに各々形成したパッド34a及びパッド34b、並びにこれらの間をつなぐビア36cを有する中継基板本体31について、パッド34aに略円錐台状の第1面側突出体36aを、パッド34bに円柱状で先端半球状の第2面側突出

体36bを形成し、第1面側突出体36aに第1面側ハンダ37を溶着して形成したものをを用いても良い。

【0039】この場合でも、第1面側突出体36aが高さ $h_{31}$ を有するため、LGA型基板Sが反っているなどしてLGA型基板Sと中継基板本体31との間隔が小さくなった場合でも、両者の間隔は少なくとも高さ $h_{31}$ より大きくなる。従って、第1面側突出体36aの体積を $V_{t31}$ 、これに溶着した共晶ハンダ37の体積を $V_{s31}$ 、第1面側突出体36a同士の間隔をPとしたとき、 $V_{s31} < \pi/4 \cdot P^2 h_{31} + (\pi^2 - 4\pi)/8 \cdot P h_{31}^2 + (10 - 3\pi)/24 \cdot h_{31}^3 - V_{t31}$ とすれば、隣接する共晶ハンダ37同士が接触してショートすることが無い。このため、実施形態1、2の場合と同様に、この中継基板30を用いれば、信頼性の高い接続が可能となる。

【0040】以上において、本発明を実施形態に即して説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、適宜変更して適用できることはいうまでもない。例えば、上記各実施形態では、LGA型基板Sが上に凸状に反っていた場合について説明したが、逆に下に凸状に反っていても同様にショートや接続不良を防止できることは容易に理解できよう。また、中継基板本体1、31が反っている場合やLGA型基板Sと中継基板本体の両者に反りを有する場合であっても、同様にショートや接続不良を防止できることは明らかである。また、上記実施形態1～3においては、LGA型基板Sと中継基板10、20、30との接続におけるショートの防止の観点から、第1面1a、31a側に第1面側突出部6a、26a及び第1面側突出体36aを設け、第1面側ハンダ7、27、37を溶着したが、全く逆に考えることにより、中継基板とプリント基板Tとの間の接続時におけるショートを防止すべく、第2面側突出部(体)の高さ $h_2$ および体積 $V_{t2}$ とこれに溶着する第2面側ハンダの体積 $V_{s2}$ の関係を考慮し、 $V_{s2} < \pi/4 \cdot P^2 h_2 + (\pi^2 - 4\pi)/8 \cdot P h_2^2 + (10 - 3\pi)/24 \cdot h_2^3 - V_{t2}$ の関係を満たすようにしても良い。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態にかかる中継基板の部分拡大断面図である。

【図2】図1の中継基板とIC搭載基板及びプリント基板との接続の様子を示す説明図であり、(a)はIC搭載基板との接続前、(b)は接続後、(c)は周縁部の拡大断面図、(d)はさらにプリント基板との接続後の様子を示す。

【図3】中継基板本体とIC搭載基板とが接近して、第1面側突出部の周りに第1面側ハンダがはみ出した状態の形状を示す説明図である。

【図4】実施形態にかかる中継基板の製造方法のうち、中継基板本体に軟質金属体を挿通する工程を説明するための説明図である。

【図５】実施形態にかかる中継基板の製造方法のうち、第１面側突出部に第１面側ハンダを溶着する工程を説明するための説明図である。

【図6】他の実施形態にかかる中継基板の部分拡大断面図である。

【図 7】 参考形態にかかり、第 2 面側に形成する第 2 面側ハンダを備えた中継基板と IC 搭載基板とを接続したものと、プリント基板との接続の様子を示す説明図であり、(a) はプリント基板との接続前、(b) は接続後の様子を示す。

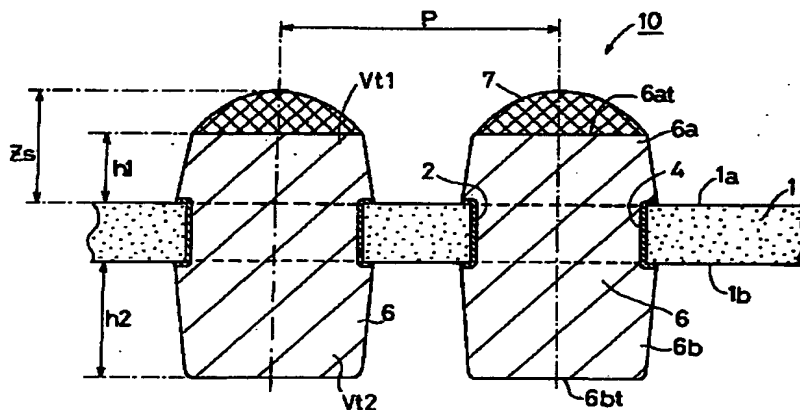
【図 8】従来の中継基板と IC 搭載基板とを接続する時の様子を示す説明図であり、(a) は接続前、(b) は接続後、(c) は周縁部の拡大断面図の様子を示す。

【符号の説明】

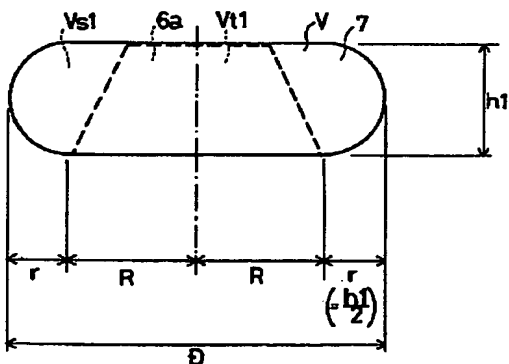
1 0, 2 0, 3 0	中継基板
1, 3 1	中継基板本体
1 a, 2 1 a, 3 1 a	第1面

1 b, 2 1 a, 3 1 a	第 2 面
2	貫通孔
4	金属層
6, 2 6	軟質金属体
6 a, 2 6 a, 3 6 a	第 1 面側突出部 (第 1 面側突出体)
6 b, 2 6 b, 3 6 b	第 2 面側突出部 (第 2 面側突出体)
6 a t, 6 b t	先端面
7, 2 7, 3 7	第 1 面側ハンダ
S	LGA 型基板 (電子部品搭載基板)
S p	接続パッド (面接続パッド)
T	プリント基板 (取付基板)
T p	取付パッド (面接続取付パッド)

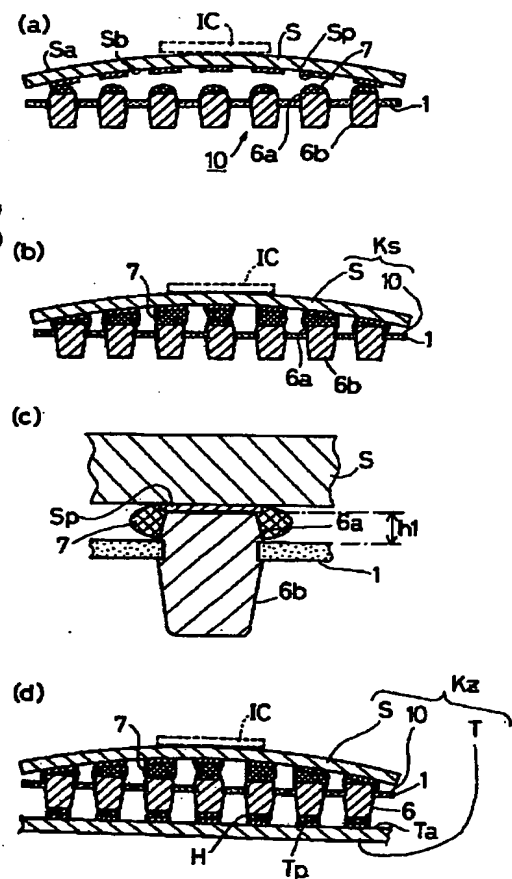
【図 1】



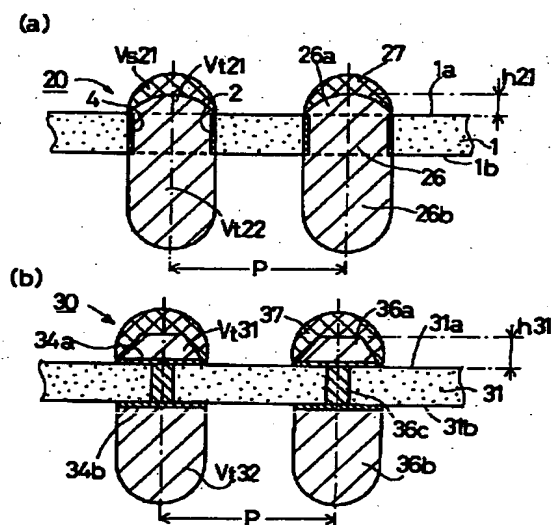
【図 3】



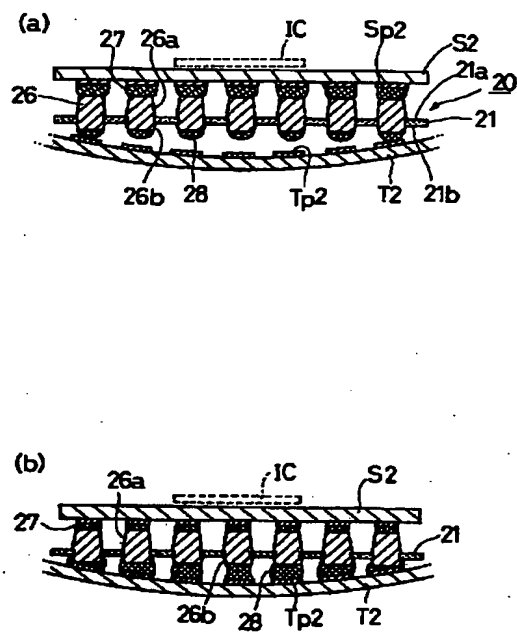
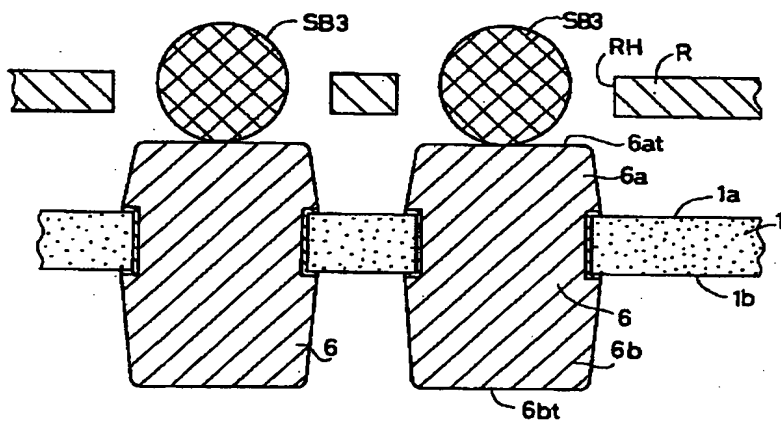
【图2】



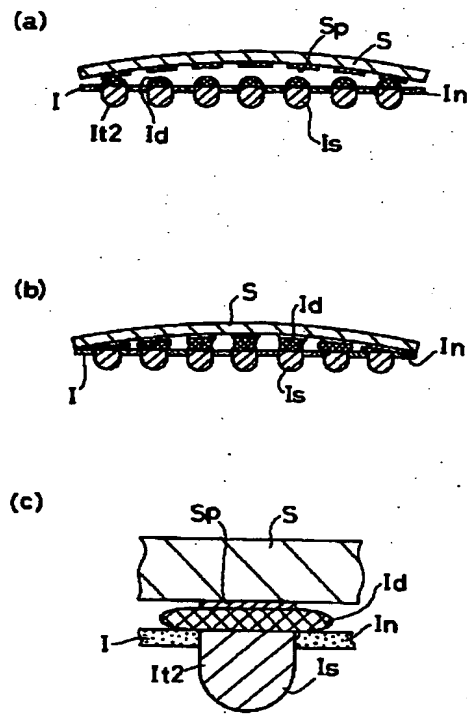
【図6】



【図 7】



【図8】



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-323843

(43)Date of publication of application : 24.11.2000

(51)Int.Cl.

H05K 3/46

(21)Application number : 11-294653

(71)Applicant : NGK SPARK PLUG CO LTD

(22)Date of filing : 18.10.1999

(72)Inventor : SUMI YASUSHI  
KOJIMA TOSHIFUMI  
OKUYAMA MASAHIKO  
IGAI NORIHIKO

(30)Priority

Priority number : 11060937 Priority date : 09.03.1999 Priority country : JP

(54) PASTE FOR FILLING THROUGH HOLE AND MULTILAYER PRINTED WIRING BOARD USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent cracks in an insulating layer or solder resist layer laminated on a through hole during a reliability evaluation test (particularly, a thermal-shock test where cooling to  $-55^{\circ}\text{C}$  and heating to  $125^{\circ}\text{C}$  are repeated) of a multilayer printed wiring board.

SOLUTION: The absolute value of the difference between the coefficient of thermal expansion of a cured body of a paste for filling a through hole and the coefficient of thermal expansion in the thickness direction (Z direction) of a substrate constituting a multilayer printed wiring board is prescribed to be  $20\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$  or lower. The coefficient of elasticity of the cured body of the paste for filling the through hole at  $25^{\circ}\text{C}$  is preferably in the range of 3.0-6.5 GPa.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3223357

[Date of registration] 24.08.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-323843

(P2000-323843A)

(43) 公開日 平成12年11月24日 (2000. 11. 24)

(51) Int.Cl.

H 0 5 K 3/46

識別記号

F I

H 0 5 K 3/46

テマコード\* (参考)

N 5 E 3 4 6

S

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-294653

(22) 出願日 平成11年10月18日 (1999. 10. 18)

(31) 優先権主張番号 特願平11-60937

(32) 優先日 平成11年 3 月 9 日 (1999. 3. 9)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

(72) 発明者 墨 泰志

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72) 発明者 小嶋 敏文

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72) 発明者 奥山 雅彦

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スルーホール充填用ペースト及びそれを用いた多層プリント配線板

(57) 【要約】

【目的】 多層プリント配線板の信頼性評価試験（特に、 $-55^{\circ}\text{C}$ への冷却と $125^{\circ}\text{C}$ への加熱を繰返し与える熱衝撃試験）において、スルーホール上に積層形成された絶縁層やソルダーレジスト層へのクラックの発生を防止する。

【構成】 スルーホール充填用ペーストの硬化体の熱膨張係数と、多層プリント配線板を構成する基板の厚み方向（Z方向）の熱膨張係数との差の絶対値が $20\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以下に規定する。スルーホール充填用ペーストの硬化体の $25^{\circ}\text{C}$ における弾性率は $3.0\sim 6.5\text{GPa}$ の範囲であることが望ましい。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 多層プリント配線板に用いられるスルーホール充填用ペーストであって、  
上記スルーホール充填用ペーストの硬化体の熱膨張係数と、上記多層プリント配線板を構成する基板の厚み方向（Z方向）の熱膨張係数との差の絶対値が $20\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることを特徴とするスルーホール充填用ペースト。

【請求項2】 請求項1に記載のスルーホール充填用ペーストであって、  
上記スルーホール充填用ペーストの硬化体の $25^{\circ}\text{C}$ における弾性率が $3.0\sim 6.5\text{ GPa}$ の範囲であることを特徴とするスルーホール充填用ペースト。

【請求項3】 多層プリント配線板を構成する基板に設けられたスルーホールの内部は、請求項1又は請求項2に記載のスルーホール充填用ペーストの硬化体で構成されていることを特徴とする多層プリント配線板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、スルーホール充填用ペースト及びそれを用いた多層プリント配線板に関する。更に詳しくは、スルーホールにペーストを充填し、硬化させた後に更に樹脂絶縁層或いは基板を積層した多層プリント配線板に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、電子機器の小型化、高性能化に伴い、表面実装部品の高実装密度化が要求されている。そのため、プリント配線板の多層化技術が必要である。多層化の例としては、スルーホールを設けた基板をいわゆるコア基板とし、基板のスルーホールを穴埋めした後、ビルドアップ法にて多層化する技術が用いられている。

【0003】多層プリント配線板を製造するには、絶縁基板や銅張積層板等にスルーホールとなる貫通孔を開けた後、その内壁をメッキして導体層を形成し、多層化した際の平坦性を確保するために、このスルーホールを充填用ペーストにて穴埋めする工程が必須となる。スルーホールの穴埋めに関する技術としては、以下のようなものが知られている。エポキシ系樹脂に無機粒子を添加して、硬化収縮時の体積収縮を抑える方法（特開昭62-224996号公報）や熱衝撃性を向上する方法（特開平8-83971号公報）が開示されている。また、特定種類のエポキシ樹脂と硬化剤を組み合わせ、イオンマイグレーションを抑制する方法（特開平6-338218号公報）やスルーホール表面の平坦化を図る方法（特開平6-260756号公報）が開示されている。また、揮発成分である溶剤分を極力添加しないことで、基材の膨れ等の問題を回避する方法（特許第2603053号公報）やスルーホール表面の平坦化を図る方法（特開平7-188391号公報）が開示されている。また、誘電体基板と充填樹脂との物性を規定して、熱衝

撃性を向上する方法（特開平3-222393号公報）が開示されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】多層プリント配線板に従来のスルーホール充填用ペーストを用いると、信頼性評価試験（特には、 $-55^{\circ}\text{C}$ への冷却と $125^{\circ}\text{C}$ への加熱を繰返し与える熱衝撃試験）において、充填樹脂ではなく、スルーホール上に積層形成した絶縁層やソルダーレジスト層にクラックが発生するという問題があった（図1を参照）。

【0005】熱衝撃試験等で発生する上記クラックは、多層プリント配線板を構成する材料（樹脂層、銅配線層等）の熱膨張差によるものと考えられている。通常、いわゆるコア基板は、銅配線の剥離を防止するために、銅の熱膨張係数（約 $16\text{ ppm}$ ）に合わせるよう設計されており、従来のスルーホール充填用ペーストもそれになり、銅の熱膨張係数に合わせるように設計されていた。しかし、上記クラックは、いくらスルーホール充填用ペーストの硬化体の熱膨張係数を銅の熱膨張係数と合わせても解消することはできなかった。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、上記スルーホール充填用ペーストの硬化体の熱膨張係数と、上記多層プリント配線板を構成する基板の厚み方向（Z方向）の熱膨張係数との差の絶対値が $20\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以下であるスルーホール充填用ペーストを要旨とする。スルーホール充填用ペーストの硬化体と基板（いわゆるコア基板等）の厚み方向（Z方向）の熱膨張差に係る範囲に規定することにより、熱衝撃試験等の信頼性評価試験においてスルーホール上に積層形成した絶縁層やソルダーレジスト層に発生するクラックの問題を解決することができる。

【0007】ここにいう「熱膨張係数」とは、プリント配線板を構成する材料の $-55\sim 125^{\circ}\text{C}$ の間のTMA（熱機械分析装置）にて測定した値をいう。スルーホール充填用ペーストの硬化体の熱膨張係数は、実際に穴埋めされ硬化した状態のものを測定するのが好ましいが、以下のような簡便な方法によって測定した結果でも代用できる。

【0008】まず、スルーホール充填用ペーストをフィルム状にキャストし、通常用いる工程と同条件で熱硬化させ、厚さ $100\mu\text{m}$ のフィルム状硬化体とする。ここから長さ $20\text{ mm}\times$ 幅 $5\text{ mm}$ の試験片を切り出し、これを用いてTMA法により測定する。ここにいう「TMA」とは、熱機械的分析をいい、例えばJPCA-BU01に規定されるものをいう。測定条件は、スパン $15\text{ mm}$ にて試験片の長手方向に $5\text{ g}$ の引張加重を加えた状態で $-55^{\circ}\text{C}$ まで冷却し、 $10^{\circ}\text{C}/\text{分}$ の昇温速度で $125^{\circ}\text{C}$ 以上まで加熱し伸び率 $\epsilon$ （以下の数式1を参照）測定し、熱膨張係数 $\alpha$ を計算する（以下の数式2を参

照)。

【0009】

【数1】

$$\varepsilon = \Delta L / L_0$$

$\varepsilon$ : 伸び率、 $\Delta L$ : 伸び量、 $L_0$ : スルー長さ

【0010】

【数2】

$$\alpha = \{(\varepsilon_{125} - \varepsilon_{-55}) / (125 - (-55))\}$$

$\alpha$ : 熱膨張係数、 $\varepsilon_{125}$ : 125℃における伸び率、 $\varepsilon_{-55}$ : -55℃における伸び率

【0011】基板（いわゆるコア基板等）のZ方向の熱膨張係数 $\alpha$ は以下の条件で測定する。まず、銅配線やスルーホールを形成する前の基板を用意する。次いで基板のZ方向に5gの圧縮加重を加えた状態で-55℃まで冷却し、10℃/分の昇温速度で125℃以上まで加熱して伸び率 $\varepsilon$ を測定し、上記の数式1及び数式2を用いて同様に計算する。

【0012】スルーホール充填用ペーストの硬化体の熱膨張係数は、基板のZ方向の熱膨張係数と一致していることが理論的には望ましいが、実際面では±20ppm/℃の範囲であれば良く、特にマイナス方向（基板のZ方向の熱膨張係数より若干小さい）であることが好ましい。この理由の詳細は不明であるが、以下のように推察される。スルーホール用充填ペーストの硬化体が熱衝撃試験等にさらされる時、その熱膨張率によって膨張・収縮を繰り返すわけであるが、該硬化体はスルーホール内に充填硬化されているために、同時にスルーホール内壁からも引張・圧縮応力、せん断応力等の複雑な応力をうけ、複雑な歪を生じると思われる。これらの応力・歪を考慮したときに、本発明の熱膨張係数の範囲であれば安定に存在し得るものと推察される。

【0013】熱膨張係数の差が±20ppm/℃の範囲からはずれると、上記のクラック問題が発生しやすくなり好ましくない。基板のZ方向の熱膨張係数とスルーホール充填用ペーストの硬化体の熱膨張係数との差の絶対値としては好ましくは20ppm/℃以下、更に好ましくは15ppm/℃以下、最も好ましくは10ppm/℃以下である。熱膨張係数との差は、上記のようにマイナス方向（基板のZ方向の熱膨張係数より若干小さい）であることが好ましい。特に、スルーホール充填用ペーストの硬化体の熱膨張係数から基板のZ方向の熱膨張係数を引いた値が、-1~-10ppm/℃の範囲で著しい効果が得られる。

【0014】本発明で用いる基板としては、ガラス-BT（ビスマレイミド/トリアジン樹脂）複合基板、高Tgガラス-エポキシ複合基板（FR-4、FR-5等）等の高耐熱性積層板が望ましい。上記高耐熱性積層板の熱膨張係数は、一般にXY方向が12~17ppm、Z

方向が47~52ppmであり、この場合においては、スルーホール充填用ペーストの硬化体の熱膨張係数は33~50ppm、望ましくは37~45ppm、さらに望ましくは40~45ppmが良い。これらの値からはずれると、スルーホール上に形成した絶縁樹脂層やソルダーレジスト層にクラックが発生することがあり好ましくない。基板の両面或いは片面上には絶縁樹脂層や配線層が交互に積層され、必要に応じて最表面にソルダーレジスト層が形成される。

10 【0015】基板表面及びスルーホール内壁に形成される銅配線層には、樹脂層との密着性を高めるための表面処理を施すのが好ましい。この表面処理には、黒化処理、銅エッチング処理等の他、その後のカップリング剤処理、防錆処理等も含まれる。スルーホールの形状には特に制約は無いが、応力集中しやすい比較的小径でアスペクト比の大きいスルーホール（たとえば直径300μm、長さ800μm）においても、スルーホール上に形成した絶縁樹脂層やソルダーレジスト層のクラックを抑制することができる。

20 【0016】本発明のスルーホール充填用ペーストの樹脂成分としては、エポキシ樹脂が好ましい。エポキシ樹脂は一般に硬化収縮が少なく硬化時の凹みが押さえられるためである、特に耐熱性、耐湿性、耐薬品性の点で芳香族エポキシ樹脂（例えば、BPA型エポキシ樹脂、BPF型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂等）を用いることが望ましい。エポキシ樹脂の硬化剤には、耐熱性、耐薬品性の点でイミダゾール系硬化剤が好ましい。特にフェニルイミダゾール系の粉末状の硬化剤が粘度調整の面で好ましい。

30 【0017】スルーホール充填用ペーストの硬化体の熱膨張率係数は、無機フィラー及び/又は金属フィラーの含有量を調整することで制御できる。一般に、熱膨張係数はフィラー含有量を高くすると小さくなり、含有量を低くすると大きくなる。熱硬化性樹脂として液状芳香族エポキシ樹脂を、その硬化剤にイミダゾール系硬化剤を、フィラーにシリカ粒子を用いた場合、シリカ添加量は樹脂成分（熱硬化性樹脂と硬化剤との和）100重量部に対し、60~150重量部、望ましくは90~130重量部が熱膨張係数、硬化収縮率、粘性を適切にする上で良い。

40 【0018】本発明では、実質的に影響を及ぼさない範囲で、上記以外の他の成分を混合してもよい。例えば、絶縁性及び耐湿性等に実質的に影響を及ぼさない範囲で、消泡剤、揺変剤、着色剤、レベリング剤、カップリング剤等を添加することもできる。

50 【0019】請求項2の発明は、スルーホール充填用ペーストの硬化体の25℃における弾性率が3.0~6.5GPaの範囲であることを要旨とし、請求項1に記載のスルーホール充填用ペーストのより好ましい構成を例示したものである。



【0020】本発明のスルーホール充填用ペーストは、その硬化体の熱膨張係数を基板のZ方向の熱膨張係数に合わせたため、XY方向での熱膨張差が大きく、スルーホール内壁より応力を受けやすい。この応力を緩和するため、スルーホール充填用ペーストを熱硬化した硬化体の25℃における弾性率を3.0~6.5GPa、特に3.0~5.0GPaの範囲に規定することが望ましい。弾性率が6.5GPa以上に大きいと、熱膨張差で発生する応力も大きくなり、スルーホール充填用ペーストの硬化体自体にクラックが発生するからである。逆に弾性率が3.0GPaよりも小さいと、穴埋め材の熱膨張が大きくなりすぎたり、耐熱性等の物性が低下してしまうからである。

【0021】スルーホール充填用ペーストの硬化体の弾性率は、実際に穴埋めされ硬化した状態のものを測定するのが理想的であるが、以下の簡便な方法によって測定した結果でも代用できる。すなわち、スルーホール充填用ペーストをフィルム状にキャストし、通常の工程と同条件で熱硬化させ、厚さ100μmのフィルム状硬化体とする。これから幅4mmの試験片を切り出し、これをDMA法により測定する。ここにいう「DMA」とは、動的粘弾性分析をいい、例えばJIS C 6481に規定されるものをいう。測定条件は、スパン40mmにて試験片の長手方向に10gの引張加重を加えた状態から、振幅16μm、周波数11Hzで長手方向に正弦波をかけ、25℃における貯蔵弾性率を求め、その値を弾性率とする。

【0022】請求項3の発明は、多層プリント配線板を構成する基板に設けられたスルーホールの内部は、請求項1又は請求項2に記載のスルーホール充填用ペーストの硬化体で構成されている多層プリント配線板を要旨とする。

【0023】係る構成の多層プリント配線板は、信頼性評価試験（特に、-55℃への冷却と125℃への加熱を繰返し与える熱衝撃試験）において、スルーホール上に積層形成した絶縁層やソルダーレジスト層へのクラック発生を防止できる。係る多層プリント配線板の製造方法としては、フォトビアやレーザービアを用いたビルドアップ法やラミネート法或いはこれらの組み合わせが適用可能である。

#### 【0024】

【実施例】（1）スルーホール充填用ペーストの作製  
表1の組成になるように、エポキシ樹脂、イミダゾール系硬化剤、シリカフィラーを混合し、3本ロールミルを用いて混練して、スルーホール充填用ペーストを調製する。ここで用いた原材料の詳細は以下のものである。

E-828：ビスフェノールA型エポキシ樹脂（油化シエル製）

E-819：ビスフェノールA型エポキシ樹脂（油化シエル製）

E-807：ビスフェノールD型エポキシ樹脂（油化シエル製）

E-152：フェノールノボラック型エポキシ樹脂（油化シエル製）

2E4MZ-CN：イミダゾール系硬化剤（四国化成製）

SOC2：シリカフィラー（龍森製）

PLV6：シリカフィラー（龍森製）

#### 【0025】（2）多層プリント配線板の作製

10 直径300μmのスルーホール（内壁に23μm厚の銅メッキ層を施したもの）を1000個有する、ガラス-BT複合基板（三菱瓦斯化学製、品名；BTCCCLHL830）を用意し、この銅配線の上に黒化処理（75℃のNaClO<sub>2</sub>水溶液に5分間浸漬）を施す。該基板に表1のそれぞれのスルーホール充填用ペーストを公知のスクリーン印刷法を用いて充填し、150℃×5時間の条件下で熱硬化する。熱硬化後、ベルトサンダー研磨により基板表面を平坦化した後、ビルドアップ法を用いて絶縁層1層と銅メッキによる銅配線層1層を形成し、最上層にソルダーレジスト層を形成（図1の構成と同様）して多層プリント配線板を完成する。

#### 【0026】（3）熱衝撃試験

（2）において作製した多層プリント配線板を用いて、熱衝撃試験を行う。条件は、-55℃×1分~125℃×1分を1サイクルとして、500サイクルと1000サイクル行ったところで、スルーホール上の絶縁層及びソルダーレジスト層に発生したクラックの数を拡大鏡（倍率20倍）で調べる。1000サイクル後のクラック数が10個以下のものを合格とする。

#### 30 【0027】（4）スルーホール充填用ペーストの硬化体の熱膨張係数の測定

表1のそれぞれのスルーホール充填用ペーストをフィルム状にキャストし、150℃×5時間の条件下で熱硬化させ、厚さ100μmのフィルム状硬化体とする。これから幅5mmの試験片を切り出し、これをTMA測定する。測定条件は、スパン15mmにて、試験片の長手方向に5gの引張加重を加えた状態で-55℃まで冷却し、10℃/分の昇温速度で125℃以上まで加熱し伸び率ε（数式1を参照）を測定し、数式2を用いて熱膨張係数αを計算する。結果を「硬化体の熱膨張係数」として表1に示す。また、硬化体の熱膨張係数から基板のZ方向の熱膨張係数を引いた値を「熱膨張係数の差」として表1に示す。

#### 【0028】（5）基板の熱膨張係数の測定

50 基板のXY方向の熱膨張は、銅配線やスルーホールを形成する前の基板を用いて上記（4）と同様の試験片にした状態にて測定する。但し試験片厚さは基板厚さと同じ800μmとする。また、基板のZ方向の熱膨張係数は、銅配線やスルーホールを形成する前の基板を用いて基板のZ方向に5gの圧縮加重を加えた状態で-55℃

まで冷却し、10℃/分の昇温速度で125℃以上まで加熱し伸び率 $\epsilon$ （数式1を参照）を測定し、数式2を用いて熱膨張係数 $\alpha$ を計算する。該基板の熱膨張係数は、XY方向で13.5ppm/℃、Z方向で48.3ppm/℃である。

【0029】（6）スルーホール充填用ペーストの硬化体の弾性率の測定

表1のそれぞれのスルーホール充填用ペーストをフィルム状にキャストし、通常の工程と同条件で熱硬化させ、

厚さ100 $\mu$ mのフィルム状硬化体とする。これから幅4mmの試験片を切り出し、これをDMA測定する。測定条件は、スパン40mmにて試験片の長手方向に10gの引張加重を加えた状態から、振幅16 $\mu$ m、周波数11Hzで長手方向に正弦波をかけ、25℃における貯蔵弾性率を求め、その値を弾性率とする。

【0030】

【表1】

試料番号	基板の熱膨張係数1 (ppm/℃)	基板の熱膨張係数2 (ppm/℃)	硬化剤 (wt%)	フィラー (wt%)	硬化体の熱膨張係数 (ppm/℃)	熱膨張係数の差 (ppm/℃)	硬化体の弾性率 (GPa)	クラック数	
								500サイクル	1000サイクル
a1	E152 (87)	E-819 (8)	2E4MZON (5)	PLV8 (400)	8.3	-39	8.42	21	38
a2	E152 (87)	E-819 (8)	2E4MZON (5)	PLV8 (300)	18.4	-99.9	7.84	5	11
3	E152 (87)	E-819 (8)	2E4MZON (5)	SOC2 (150)	32.4	-15.9	6.4	0	6
4	E152 (87)	E-819 (8)	2E4MZON (5)	SOC2 (100)	41.4	-6.9	4.98	0	0
5	E828 (95)	-	2E4MZON (5)	SOC2 (100)	43	-5.3	4.69	0	0
6	E807 (87)	-	2E4MZON (5)	SOC2 (100)	43.2	-5.1	4.28	0	0
7	E152 (87)	E-810 (8)	2E4MZON (5)	SOC2 (87)	47.8	-0.7	4.13	0	2
8	E152 (87)	E-819 (8)	2E4MZON (5)	SOC2 (25)	52.1	3.8	3.09	0	7

【0031】本発明の実施例である試料番号3乃至試料番号8では、熱衝撃試験1000サイクル後に発生したクラック数が10個以下と良好な結果を示す。特に、スルーホール充填用ペーストの硬化体の熱膨張係数から基板のZ方向の熱膨張係数を引いた値である表1の「熱膨張係数の差」が-1~-10ppm/℃の範囲、すなわち、マイナス方向にあり、かつ、弾性率が4.13~4.98GPaの範囲にある試料番号4乃至試料番号7では、熱衝撃試験1000サイクル後に発生したクラック数が2個以下と極めて良好な結果を示す。

【0032】スルーホール充填用ペーストの硬化体の熱膨張係数から基板のZ方向の熱膨張係数を引いた値である表1の「熱膨張係数の差」が3.8ppm/℃、すなわち、プラス方向にあり、かつ、弾性率が3.09GPaである試料番号8では、熱衝撃試験1000サイクル後に発生したクラック数が7個と良好な結果であるが、上記の試料番号4乃至試料番号7の結果と比較すると若干劣る。この結果から、スルーホール充填用ペーストの硬化体の熱膨張係数から基板のZ方向の熱膨張係数を引いた値である「熱膨張係数の差」が負の値、すなわち、

【0033】一方、熱膨張係数の差の絶対値が20ppm/℃以上の比較例であり、かつ、弾性率が6.5GPa

aを越える試料番号1及び試料番号2では、熱衝撃試験1000サイクル後のクラック発生数がそれぞれ38及び11と劣る結果である。しかも、熱衝撃試験500サイクル後の時点においてもクラックが発生（クラック発生数は、それぞれ21及び5）することがわかる。

【0034】

【発明の効果】本発明によれば、多層プリント配線板の信頼性評価試験（特に、-55℃への冷却と125℃への加熱を繰返し与える熱衝撃試験）において、スルーホール上に積層形成した絶縁層やソルダーレジスト層に発生するクラックの問題を防止した多層プリント配線板が提供できる。

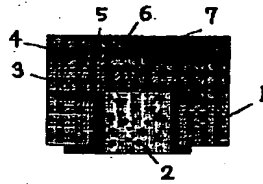
【図面の簡単な説明】

【図1】熱衝撃試験後に多層プリント配線板に発生するクラックの説明図

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 スルーホール用充填材の硬化体
- 3 樹脂絶縁層
- 4 ソルダーレジスト層
- 5 スルーホール用銅導体層
- 6 配線用銅導体層
- 7 クラック

【図1】



---

フロントページの続き

(72)発明者 猪飼 憲彦

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日  
本特殊陶業株式会社内

Fターム(参考) 5E346 AA06 AA12 AA15 AA25 AA38  
AA41 BB01 CC08 CC09 EE31  
GG02 HH11